

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-034992

(43)Date of publication of application : 15.02.1988

(51)Int.Cl.

H01S 3/18
// H01L 21/205

(21)Application number : 61-179463

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 29.07.1986

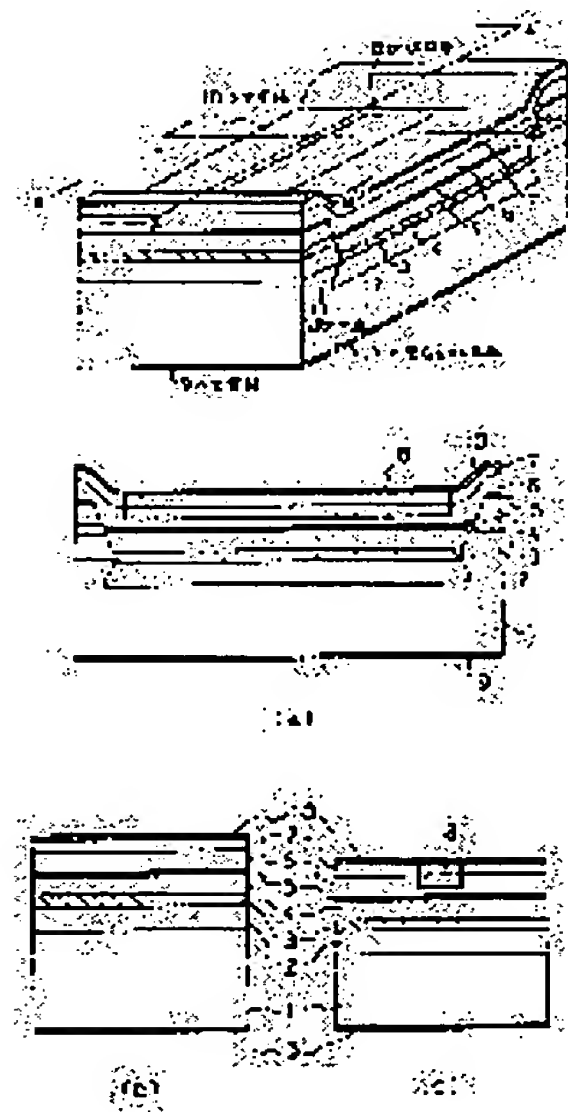
(72)Inventor : KAWADA SEIJI
ISHIKAWA MAKOTO

(54) SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To assure the high output characteristics without deteriorating reflecting power and absorbing light at the end by a method wherein the refractive index of the second semiconductor layer exceeds that of the first, the third and the fourth semiconductor layers while the positions in the level direction of the active layer in the main part and the second semiconductor layer in the sub part coincide with each other.

CONSTITUTION: A mesa stripe whose step difference surface comprising plane (111) B is formed on an n-type GaAs substrate 1 to successively grow semiconductive layers 2-7 by organometallic thermal decomposition and vapor growth. During the growing process, any crystalline film in parallel with the mesa surface and bottom surface is grown until the crystalline layer is grown in the thickness similar to the height of mesa. The new step difference surface being different from the plane (111) B, any crystalline film newly formed starts growing on the new step difference surface but the layers up to an active layer 5 after the plane (111) B is removed are so thin that the active layer 5 in a light emitting part is almost directly coupled with an optical guide layer 3 without passing through any other layers. In such a construction, the optical guide layer 3 is encircled by the first and the second n type clad layers 4, 2 in low refractive index so that complete optical waveguide mechanism may exist up to the end.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-34992

⑮ Int. Cl.⁴
H 01 S 3/18
// H 01 L 21/205

識別記号

庁内整理番号

7377-5F
7739-5F

⑬ 公開 昭和63年(1988)2月15日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 半導体レーザ装置

⑯ 特 願 昭61-179463

⑰ 出 願 昭61(1986)7月29日

⑱ 発 明 者 河 田 誠 治 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内
⑲ 発 明 者 石 川 信 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内
⑳ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号
㉑ 代 理 人 弁理士 本 庄 伸 介

明 細 書

1. 発明の名称

半導体レーザ装置

2. 特許請求の範囲

発光部となる主部と端面近傍の副部とから成り、前記主部が形成された部分の基板は前記副部が形成された部分の基板より低く、前記主部部分と前記副部部分との境界において前記基板は段差を有し、その段差は(111)B面であり、第一導電型の第一半導体層、第一導電型の第二半導体層、第一導電型の第三半導体層、活性層および第二導電型の第四半導体層が前記基板上に順次に形成しており、前記第二半導体層の屈折率は前記第一、三及び四半導体層の屈折率より大きく、前記主部の前記活性層と前記副部の前記第二半導体層とは高さ方向の位置が一致していることを特徴とする半導体レーザ装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、有機金属熱分解気相成長法(以下MOVPEと略記する)を用いて作られる高出力で信頼性の高い窓構造型の半導体レーザ装置に関する。

(従来の技術)

AlGaAs系短波長半導体レーザの高出力化を阻んでいる最大の原因は、端面部での光吸収による端面破壊(COD)の現象である。このCODレベルを上げる試みとして、活性層の薄膜化、非対称コーティング、等により端面の光密度を低減することが行われている。しかし本質的にCODを防ぐためには、端面部を発振光の吸収のない窓構造とするのが理想的である。このような窓構造を有する半導体レーザの構造として、従来は第3図に示すようなものが提案されていた。図において12はp型GaAs基板、13はn型GaAsプロック層、14はp型Al_{0.1}Ga_{0.9}Asクラッド層、15はAl_{0.3}Ga_{0.7}As活性層、16はn型

$\text{Al}_{0.41}\text{Ga}_{0.59}\text{As}$ クラッド層、17はn型GaAs電極層、8はn型電極、9はp型電極をそれぞれ示す。

この構造では基板12に形成する溝が発光部で深く、端面部で浅くなっており、従つて活性層は発光部で窪み端面部で平坦となる。この結果第4図(a)の断面図が示すように発光部と端面部で活性層の位置が異なることになり、発振光は光吸収のないクラッド層14を透過して端面に到り、CODフリーな高出力な特性が得られる。(アプライド フイズックス レター Appl. Phys. Lett. 42(5), 1 March 1983 p 406-408)。

(発明が解決しようとする問題点)

しかし従来の構造では、発振光は端面部で光導波機構のないクラッド層14を通過することになり、発振光が端面で反射し発振部に再び入射する率が低下する。これは共振器の反射率が低下したことと等価となり、発振閾値の上昇、効率の低下をもたらす。さらにこの構造では端面部にも屈折

(作用)

有機金属熱分解気相成長法(MOVPE)により結晶成長を行う場合(111)B面の結晶成長速度は、他の結晶面に比べて極端に遅くほとんどゼロである。このため(111)B面を段差面にもつ凸凹基板の上にMOVPEにより結晶成長を行うとその段差が埋つてしまうまでは成長層は段差面でとぎれ基板底面に平行な層構造が得られる。従つて、本発明の構造では、基板が高くなっている端面部において発光部の活性層5の位置に第二半導体層(光ガイド層3)が位置し、かつ上述の成長効果により、発光部の活性層5が、他の層をほとんど介さず第二半導体層と結合するので共振器の反射率の等価的な低下をもたらすことなく、端面での光吸収のないCODフリーな高出力特性が得られる。さらに端面部の第二半導体層は周囲を屈折率の低い第一、第三半導体層(n型クラッド層2, 4)で囲まれているから、端面部にも完全な光導波機構が存在することになり、光利用率が高く低閾値で高効率な特性が期待できる。また

率の高い活性層15があるから、発振光の一部がこの活性層15で導波され、発光近視野像がふたつのスポットに分離しやすい。こうした発振閾値の上昇、効率の低下、発光スポットの分離が従来の構造の問題点であつた。

(問題点を解決するための手段)

前述の問題点を解決するために本発明が提供する半導体装置は、発光部となる主部と端面近傍の副部とから成り、前記主部が形成された部分の基板は前記副部が形成された部分の基板より低く、前記主部部分と前記副部部分との境界において前記基板は段差を有し、その段差は(111)B面であり、第一導電型の第一半導体層、第一導電型の第二半導体層、第一導電型の第三半導体層、活性層および第二導電型の第四半導体層が前記基板上に順次に形成してあり、前記第二半導体層の屈折率は前記第一、三及び四半導体層の屈折率より大きく、前記主部の前記活性層と前記副部の前記第二半導体層とは高さ方向の位置が一致していることを特徴とする。

端面部の第二半導体層は端面部の活性層5から第三半導体層(n型クラッド層4)を介して分離しているから、発振光が端面部の活性層5に導波することなく単一な光ビームを得ることが出来る。

(実施例)

次に実施例を挙げて本発明を一層詳しく説明する。

第1図は本発明の一実施例を示す斜視図、第2図(a)は第1図のA-A'矢視断面図、第2図(b)は第1図のB-B'矢視断面図、第2図(c)は第1図のC-C'矢視断面図である。但し、第1図において破断面を示す直線A-A'、B-B'及びC-C'はいずれもp型電極10上に接するものとする。これら図に於いて、1はn型GaAs基板、2はn型 $\text{Al}_{0.41}\text{Ga}_{0.59}\text{As}$ 第2クラッド層、3はn型 $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ 光ガイド層、4はn型 $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ 第1クラッド層、5は $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ 活性層、6はp型 $\text{Al}_{0.41}\text{Ga}_{0.59}\text{As}$ クラッド層、7はn型GaAs電極層、8はP⁺拡散層、9はn型電極、10はp型電極、11は(111)

B面をそれぞれ示す。

この実施例の製造においては、まずフォトリソグラフィをマスクとして化学エッチングにより、基板1上に幅50 μm 、高さ1.6 μm で段差面が(111)B面となるメサストライプを形成する。次にMOVPEを用いて半導体層2, 3, 4, 5, 6, 7を順次成長する。原料物質として、トリメチルガリウム(CH_3)₃Ga、トリメチルアルミニウム(CH_3)₃Al、アリンAsH₃、p型ドーパントのジメチル亜鉛(CH_3)₂Zn、n型ドーパントのセレン化水素H₂Seを用いた。成長条件は、成長温度750℃、成長圧力9330Pa、V族原料気体とIII族原料気体(2種以上のときはその合計)のモル比を30/1、キャリアガス(H₂)の総流量51/minとした。それぞれの層厚は順に1.0, 0.3, 1.0, 0.1, 1.0, 0.7 μm とする。この成長ではメサの高さと同じ厚みの結晶層が成長するまでは先に述べた成長効果でメサ上面、および底面に平行な結晶膜が成長する。このとき形成される新しい段差面は(111)B面

以上に実施例を挙げてAlGaAs系について説明を行つたが、GaInAsP, AlGaInP等の他の化合物半導体に本発明を適用しても全く同様の効果がある。また実施例では説明を容易にするために亜鉛拡散と言う簡単な素子構造を用いたが、種々の横モード制御構造に本発明を適用して高性能半導体レーザを作ることが出来る。

(発明の効果)

本発明の構造では、基板が低くなっている端面部では、発光部の活性層5の位置に第二半導体層(光ガイド層3)が他の層をほとんど介さず位置するため、端面での反射率の低下なしに端面での光吸収がないCODフリーな高出力特性が得られる。さらに端面部の第二半導体層は周囲を屈折率の低い第一、第三半導体層(n型クラッド層2, 4)で囲まれているから、端面部にも完全な光導波機構が存在することになり、光利用率が高く低閾値で高効率な特性が期待できる。また端面部の第二半導体層は端面部の活性層5から第三半導体層(n型クラッド層4)を介して分離しているか

ではなく、このためそれ以降形成される結晶膜は、この新しい段差面にも成長し始める。しかしながら(111)B面が消失してから活性層5までの層は薄いから、発光部の活性層5は、他の層をほとんど介さず直接光ガイド層3と結合する。この光ガイド層3は屈折率の低いn型第1, 第2クラッド層4, 2で囲まれているから、端面まで完全な光導波機構が存在することになる。最後に、発光領域のみにSiO₂をマスクとしてストライプ状のP⁺拡散層8を形成し、n型電極9、p型電極10を形成して、本発明に係わる一実施例が形成される。

こうしてつくられた窓構造型半導体レーザは、同様の亜鉛拡散ストライプ構造の、通常のダブルヘテロ構造型半導体レーザに比べて20%程度量子効率が低下した。これは従来の窓構造型半導体レーザの量子効率の低下が50%程度であることを考えると、小さな効率の低下に抑えられていることがわかる。また発光近視野像がふたつのスポットに分離する素子は全く無かつた。

ら発振光が端面部の活性層5に導波することなく単一な光ビームを得ることが出来る。この結晶低閾値、高効率、高出力で信頼性の高い半導体レーザが実現できる。

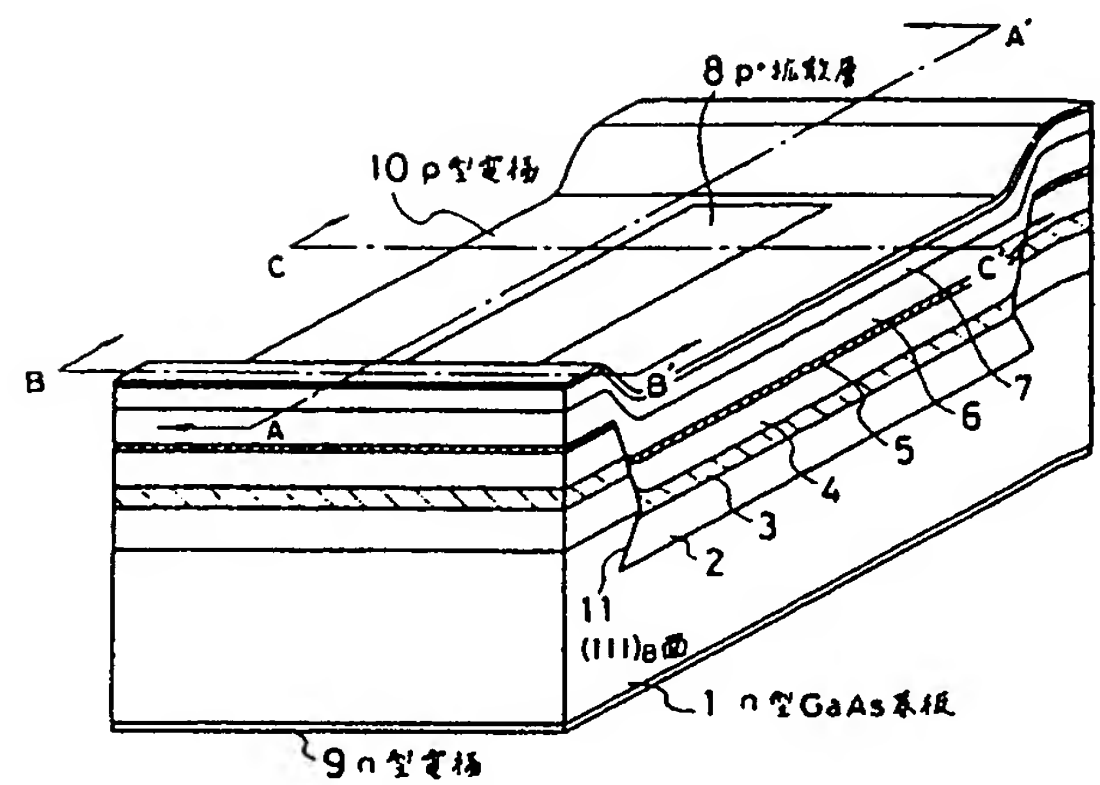
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す斜視図、第2図(a), (b)及び(c)は第1図の線A-A', B-B'及びC-C'における断面でそれぞれ見た矢視断面図、第3図は従来の窓構造半導体レーザの斜視図、第4図(a)及び(b)は第3図の線A-A'及びC-C'でそれぞれ見た矢視断面図である。

これら図において、1はn型GaAs基板、2はn型Al_{0.4}Ga_{0.6}As第2クラッド層、3はn型Al_{0.3}Ga_{0.7}As光ガイド層、4はn型Al_{0.4}Ga_{0.6}As第1クラッド層、5はAl_{0.5}Ga_{0.5}As活性層、6はp型Al_{0.4}Ga_{0.6}Asクラッド層、7はn型GaAs電極層、8はP⁺拡散層、9はn型電極、10はp型電極、11は(111)B

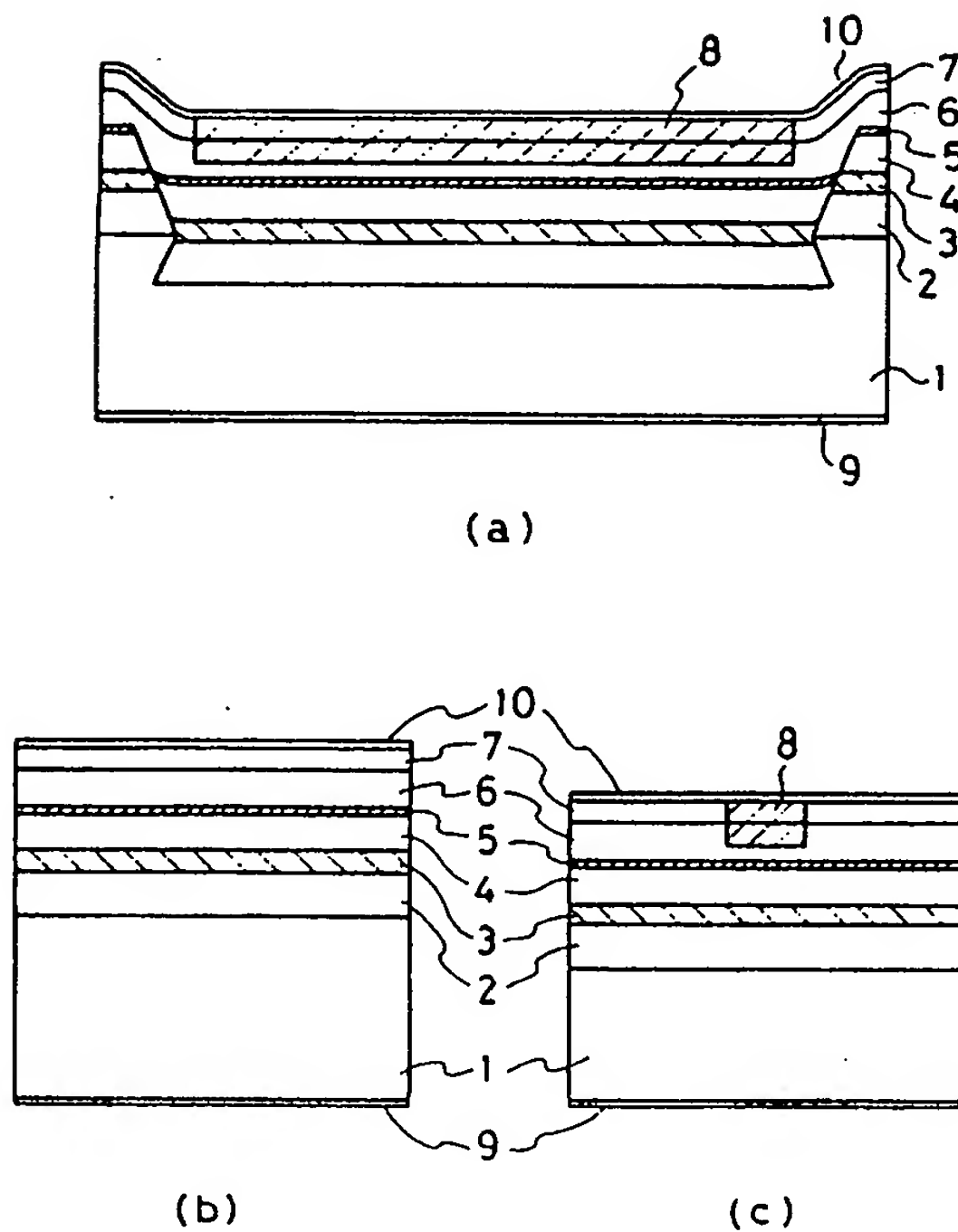
面、12はp型GaAs基板、13はn型GaAsブロック層、14はp型 $\text{Al}_{0.41}\text{Ga}_{0.59}\text{As}$ クラッド層、15は $\text{Al}_{0.08}\text{Ga}_{0.92}\text{As}$ 活性層、16はn型 $\text{Al}_{0.41}\text{Ga}_{0.59}\text{As}$ クラッド層、17はn型GaAs電極層、をそれぞれ示す。

代理人 弁理士 本 庄 伸 介

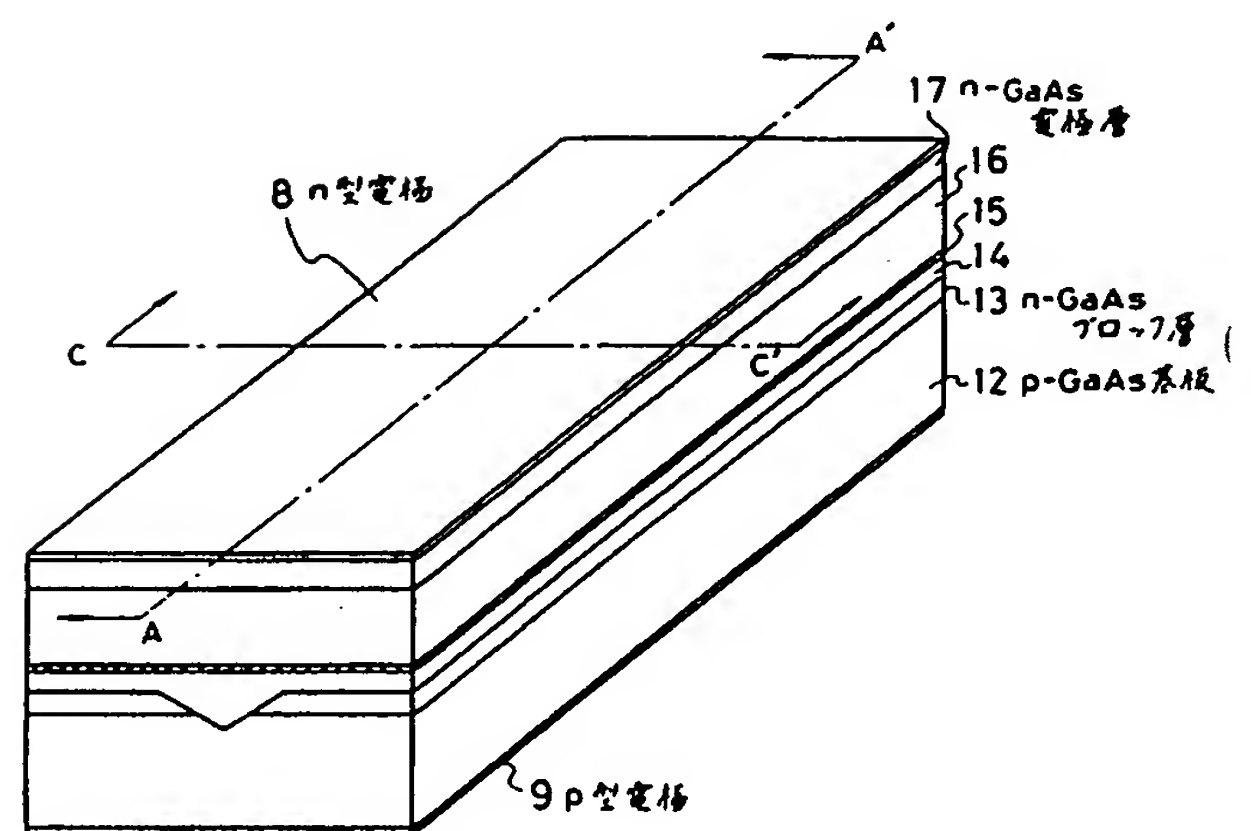


- 2: n型 $\text{Al}_{0.41}\text{Ga}_{0.59}\text{As}$ 第2クラッド層
- 3: n型 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 光ガイド層
- 4: n型 $\text{Al}_{0.41}\text{Ga}_{0.59}\text{As}$ クラッド層
- 5: $\text{Al}_{0.08}\text{Ga}_{0.92}\text{As}$ 活性層
- 6: p型 $\text{Al}_{0.41}\text{Ga}_{0.59}\text{As}$ クラッド層
- 7: n型GaAs層

第 1 図



第 2 図

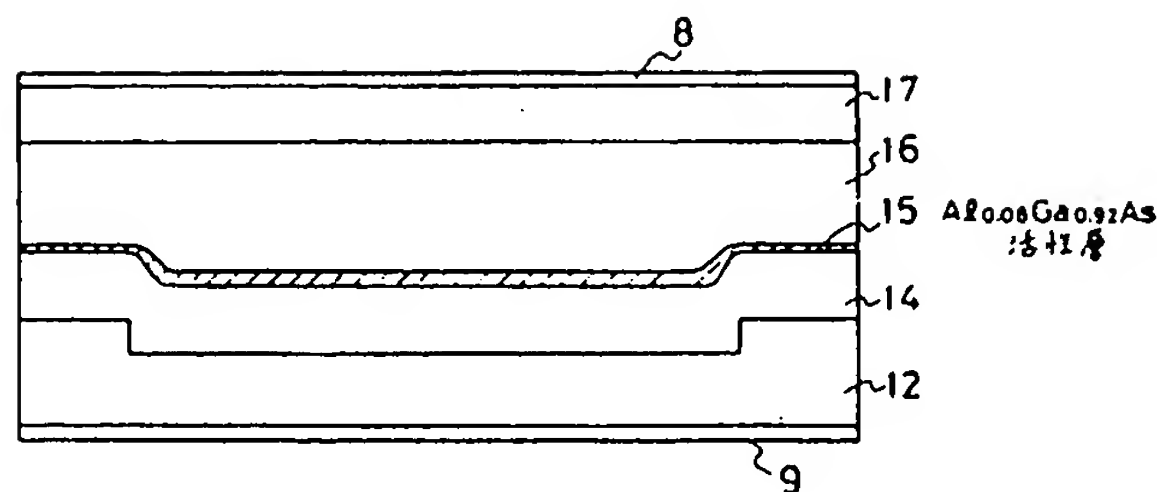


- 14 p- $\text{Al}_{0.41}\text{Ga}_{0.59}\text{As}$ クラッド層
- 15 $\text{Al}_{0.08}\text{Ga}_{0.92}\text{As}$ 活性層
- 16 n- $\text{Al}_{0.41}\text{Ga}_{0.59}\text{As}$ クラッド層

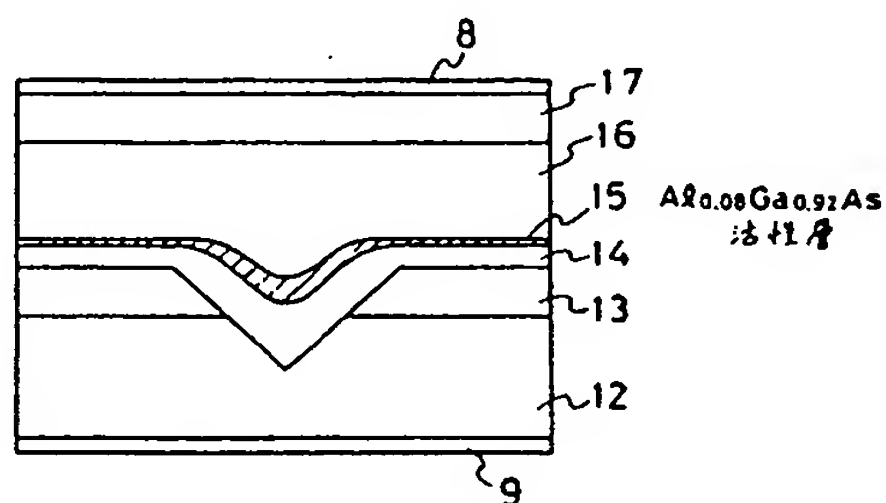
第 3 図

手続補正書(自発)

昭和 62.10. 6 日
 特許庁長官殿



(a)



(b)

第4図

6. 補正の内容

(1) 明細書の特許請求の範囲の欄

別紙のとおり

(2) 明細書の発明の詳細な説明の欄および図面の簡単な説明の欄

第4頁第12行目、第5頁第3行目および第5行目、第6頁第20行目から第7頁第1行目、第7頁第5行目および第20行目、第8頁第3行目、並びに第10頁第19行目から第11頁第1行目に「(111)B面」とあるのを「逆メサ面」と補正する。

(3) 図面の第1図

別紙のとおり

特許庁長官殿

1. 事件の表示 昭和61年特許願第179463号

2. 発明の名称 半導体レーザ装置

3. 補正をする者

事件との関係

特許出願人

東京都港区芝五丁目33番1号
 (423) 日本電気株式会社
 代表者 関本忠弘

4. 代理人

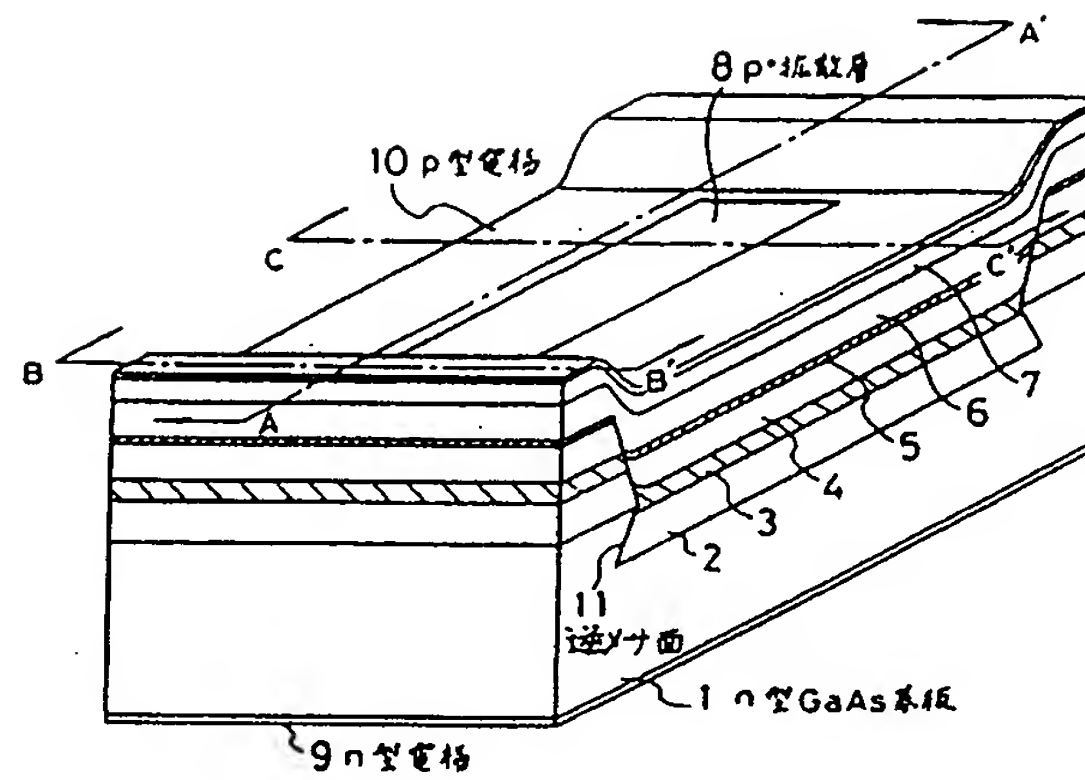
〒220横浜市西区南幸二丁目20番2号
 共栄ビル 六階
 (8779) 弁理士 本庄伸介
 電話 横浜(045)314-9313

5. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲の欄、発明の詳細な説明の欄および図面の簡単な説明の欄並びに図面の第1図

2. 特許請求の範囲

発光部となる主部と端面近傍の副部とから成り、前記主部が形成された部分の基板は前記副部が形成された部分の基板より低く、前記主部部分と前記副部部分との境界において前記基板は段差を有し、その段差は逆メサ面であり、第一導電型の第一半導体層、第一導電型の第二半導体層、第一導電型の第三半導体層、活性層および第二導電型の第四半導体層が前記基板上に順次に形成しており、前記第二半導体層の屈折率は前記第一、三及び四半導体層の屈折率より大きく、前記主部の前記活性層と前記副部の前記第二半導体層とは高さ方向の位置が一致していることを特徴とする半導体レーザ装置。



- 2: n型 $\text{Al}_{0.41}\text{Ga}_{0.59}\text{As}$ 第2フラッド層
- 3: n型 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 光ガイド層
- 4: n型 $\text{Al}_{0.41}\text{Ga}_{0.59}\text{As}$ フラッド層
- 5: $\text{Al}_{0.08}\text{Ga}_{0.92}\text{As}$ 活性層
- 6: p型 $\text{Al}_{0.41}\text{Ga}_{0.59}\text{As}$ フラッド層
- 7: n型GaAs層

第 1 図